

## **9. Uso do perfil metabólico para determinar o status nutricional em gado de corte**

*Félix H. D. González*

*Universidade Federal do Rio Grande do Sul*

A composição bioquímica do sangue reflete de maneira confiável o equilíbrio entre o ingresso, o egresso e a metabolização dos nutrientes nos tecidos animais. Este equilíbrio é chamado de homeostase e, no processo, estão envolvidos complexos mecanismos metabólico-hormonais. A quebra da homeostase leva a diminuição do desempenho zootécnico e, dependendo do grau de desequilíbrio, a doenças da produção. A interpretação dos componentes químicos do sangue, o perfil metabólico, pode, portanto, ser útil para diagnosticar desequilíbrios provenientes de falhas na capacidade do animal em manter a homeostase. Bide (1978) publicou uma revisão de literatura sobre o uso do perfil metabólico em gado de corte. A maior parte das falhas de adaptação homeostática são consequência de erros na alimentação, que podem ser detectadas com a interpretação adequada do perfil metabólico. O objetivo do presente trabalho é fazer uma revisão dos componentes do perfil metabólico que podem ser utilizados na avaliação da adaptação metabólica a diversas condições nutricionais em bovinos de corte.

### **Monitoramento do status energético**

Em condições de campo é comum que os animais estejam alimentados abaixo de seus requerimentos nutricionais, principalmente durante o inverno. Economicamente, é de se considerar que esta seja uma situação prevista, uma vez que os ganhos de peso que são calculados durante o verão devem compensar as perdas que ocorrem no inverno. Entretanto, do ponto de vista da produção é útil conhecer uma aproximação do grau de déficit energético no animal. Uma metodologia útil para determinar o balanço energético em bovinos de corte é mediante o perfil metabólico, isto é, a determinação de certos metabólitos sanguíneos. A determinação do balanço energético, isto é, a diferença entre consumo e requerimentos, não é fácil de estabelecer. As mudanças de peso ou de condição corporal refletem se a dieta foi ou não adequada em períodos de tempo prolongados. Todavia, deficiências energéticas muito severas podem ser medidas através do perfil

metabólico no momento em que ocorrem, para evitar que a restrição alimentar possa ocasionar danos irreversíveis no animal e, portanto, ao processo produtivo.

Entre os metabólitos sanguíneos mais usados para avaliar o status energético estão a glicose, o beta-hidroxibutirato (BHB) e os ácidos graxos não esterificados ou livres (AGL). A interpretação do perfil metabólico é, contudo, a parte mais crítica no processo de avaliação do balanço energético. Os AGL e o BHB estão relacionados com a taxa de mobilização de reservas lipídicas em momentos de déficit energético e são os indicadores mais usados para aferir esse balanço. O nível de glicose plasmático é o indicador menos expressivo do perfil para avaliar o status energético, devido à insensibilidade da glicemia a mudanças nutricionais e à sua sensibilidade ao estresse. A glicemia, todavia, pode ser de utilidade em condições de déficit energético severo e em animais que não estão em gestação e nem lactação (Figura 1).

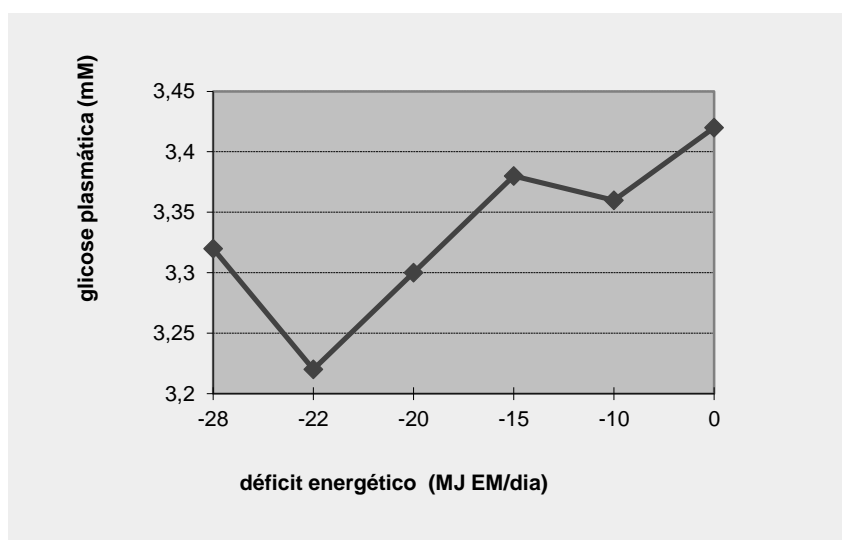


Figura 1. Relação da concentração plasmática de glicose com o déficit energético em vacas de corte não-lactantes e não-gestantes (Russel & Wright, 1983)

Para autores como Payne & Payne (1987), a glicose continua sendo um componente de escolha no perfil metabólico de gado de corte, uma vez que, sob condições de campo, pode ser observada hipoglicemia quando ocorre um balanço de energia severamente negativo. Em gado de corte, Downie & Gelman (1976) observaram relações da glicose sanguínea com o peso corporal e a fertilidade. Fornecendo três níveis de consumo energético eles encontraram que quando aumentava a glicemia melhorava a fertilidade e

que níveis baixos de glicose levavam a infertilidade. Os mesmos resultados não foram confirmados em ovelhas (Bouchat et al., 1980).

Os níveis plasmáticos de BHB têm um valor limitado como indicador do déficit energético, sendo mais úteis em circunstâncias em que a demanda de glicose no organismo é crítica, como nos casos de início da lactação e final de gestação. O BHB e os demais corpos cetônicos (acetoacetato e acetona), mostram aumentos relativamente pequenos em balanço negativo moderado, mas aumentam consideravelmente quando o balanço negativo se torna severo. A Figura 2 mostra a relação entre níveis plasmáticos de BHB com o déficit energético em vacas de corte 12 semanas antes do parto. Nessas circunstâncias, a relação entre os dois parâmetros é bastante estreita, não acontecendo dessa forma em vacas não-lactantes não-gestantes (Russel & Wright, 1983).

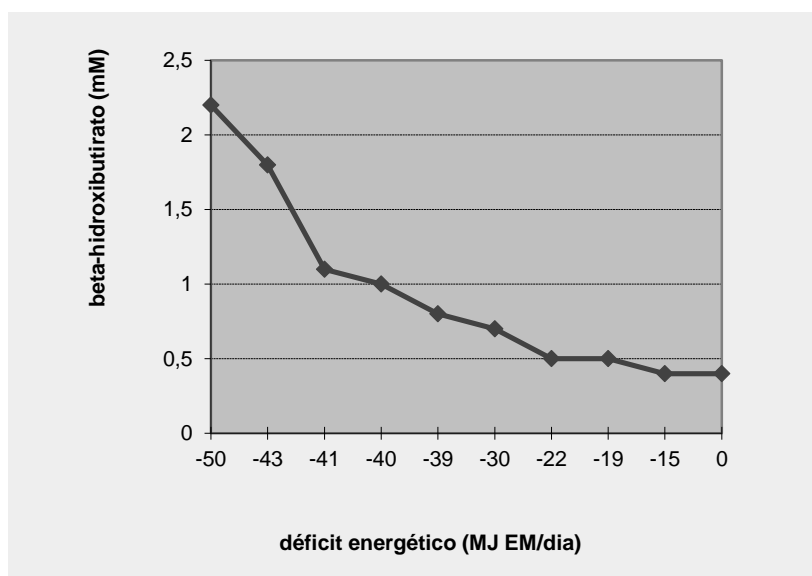


Figura 2. Relação da concentração plasmática de beta-hidroxibutirato com o déficit energético em vacas de corte no final da gestação (Russel & Wright, 1983).

Os AGL constituem o metabólito mais significativo para estimar o status energético em gado de corte, sob qualquer circunstância fisiológica ou de manejo, respondendo rapidamente a mudanças no consumo de alimento (Figura 3). Os AGL são bastante sensíveis a graus moderados de déficit energético, tendo, entretanto, menos utilidade em situações prolongadas de balanço energético negativo, onde o BHB tem mais utilidade. Os AGL também são suscetíveis de aumentar por efeito das catecolaminas liberadas no estresse. Dessa forma, seu uso é limitado em condições de campo onde existem animais

pouco acostumados com manejo frequente e procedimentos de coleta de sangue. O BHB é menos afetado por esses fatores tornando-se um indicador mais confiável nessas circunstâncias. Outro problema dos AGL é quanto aos custos de sua dosagem, uma vez que a técnica mais usada, a enzimática por espectrofotometria, ainda tem custo elevado, o que limita seu uso rotineiro.

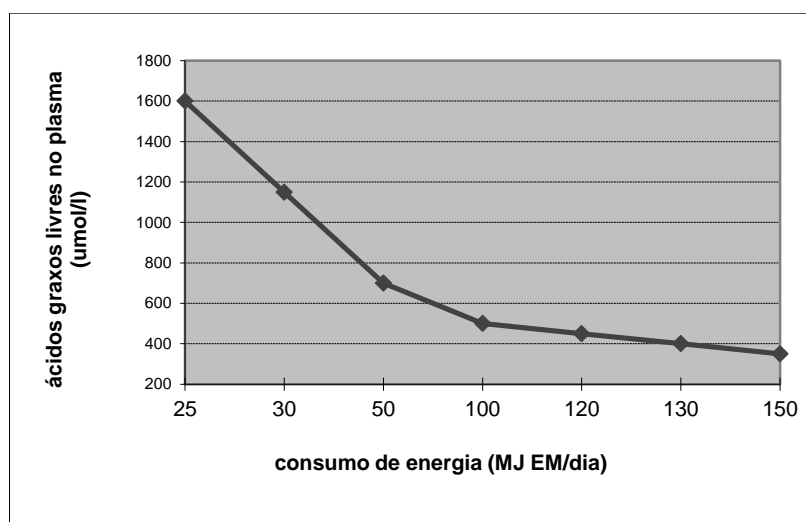


Figura 3. Relação da concentração plasmática de ácidos graxos livres com o consumo de energia em vacas de corte não-lactantes e não-gestantes (Russel & Wright, 1983).

### Monitoramento do status proteico

A avaliação do status proteico no gado de corte pode ser abordada mediante a determinação da concentração de proteína total, albumina, relação albumina/globulinas, relação de aminoácidos não essenciais/essenciais, ureia e relação ureia/creatinina (Saubertlich, 1999; Payne & Payne, 1987). A diminuição das proteínas totais no plasma está relacionada com deficiência na alimentação, quando descartadas causas patológicas, tais como falhas hepáticas, transtornos renais e intestinais, parasitismos e hemorragias. Estima-se que dietas com menos de 10% de proteína causam diminuição dos níveis proteicos no sangue (Kaneko et al., 1997). A albumina, principal proteína plasmática sintetizada no fígado, representa em torno de 50% do total de proteínas séricas. Ela contribui com 80% da osmolaridade do plasma sanguíneo, constituindo também uma importante reserva proteica, bem como um transportador de ácidos graxos livres, aminoácidos, metais e bilirrubina. A concentração de albumina pode ser afetada pelo funcionamento hepático, a disponibilidade de aminoácidos e perdas durante doenças,

principalmente em parasitismos gastrointestinais (Rowlands, 1980). A albumina é considerada como um indicador mais sensível para avaliar o status nutricional proteico do que as proteínas totais. Valores persistentemente baixos de albumina sugerem inadequado consumo de proteínas. Em casos de subnutrição severa, a albuminemia pode cair a níveis menores de 20 g/L (Sauberlich, 1999). Bovinos com hipoalbuminemia falham em expressar todo seu potencial produtivo. Rowlands & Manston (1983) mostraram que vacas que requeriam quatro ou mais serviços por concepção, possuíam baixas concentrações de albumina. Gregory & Siqueira (1983) relataram, em gado de corte no Rio Grande do Sul, a relação entre fertilidade e albuminemia observando que vacas com menos de 30 g/L de albumina sérica na época da monta, tiveram menores taxas de gestação. A albuminemia pode variar ao longo do ano em função das variações climáticas e seu efeito sobre as pastagens. No verão, podem ser encontrados altos níveis de albumina sérica, possivelmente devido a pastagens de melhor qualidade (Wittwer et al., 1987).

A concentração de ureia sanguínea tem sido empregada nos perfis metabólicos como um indicador do metabolismo proteico. A ureia é sintetizada no fígado em quantidades proporcionais à concentração de amônia produzida no rúmen e sua concentração sanguínea está diretamente relacionada com os níveis proteicos da ração e da relação energia/proteína da dieta (Wittwer et al., 1993). O equilíbrio energia/proteína na dieta de ruminantes é fundamental para o bom aproveitamento da ureia. Alterações na dieta, sazonais ou mesmo diárias, influenciam nos níveis de ureia no sangue e o seu bom aproveitamento pelo animal. Gonzalez et al. (2000) relataram as variações mensais de ureia e albumina em novilhas de corte em pastagens nativas do Rio Grande do Sul (Figura 4). Neste trabalho foi considerado que janeiro e junho seriam os meses em que ocorre maior deficiência de substratos proteicos na dieta, sendo maior a falta em junho, como demonstrado pela queda simultânea de albumina e ureia sanguíneas neste mês. Haveria uma moderada deficiência de proteína nos meses de março e julho, que se reflete em diminuição da ureia sanguínea em alguns animais, sem, porém, atingir a albuminemia. A ureia sanguínea demonstra o estado proteico do animal em curto prazo, enquanto que a albumina o demonstra em longo prazo. Dietas que contêm uma maior quantidade de proteínas fermentáveis estão associadas com concentrações maiores de amônia no rúmen do que aquelas com proteínas de degradação mais lenta. Estes animais apresentam teores elevados de ureia no sangue.

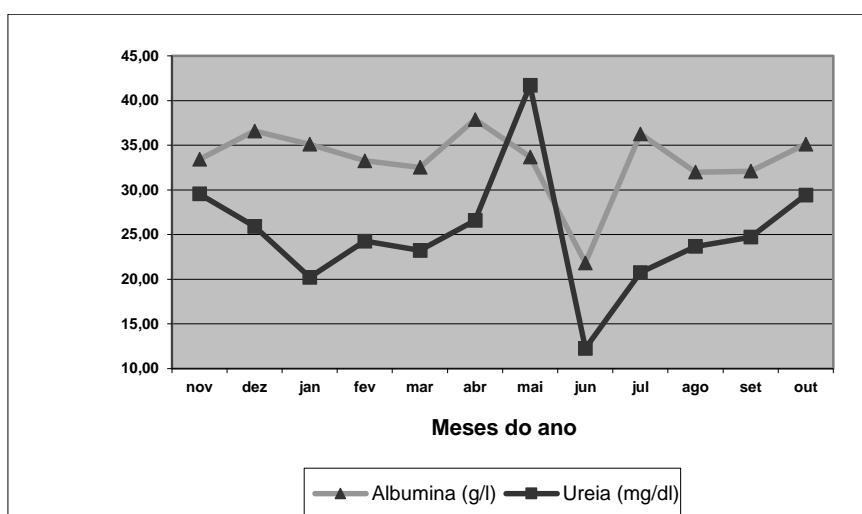


Figura 4. Variações plasmáticas de albumina e ureia em bovinos de corte no Rio Grande do Sul durante um ano (González et al., 2000).

### Monitoramento do status mineral

Entre as deficiências minerais mais comuns na nutrição do gado de corte estão, na ordem, as de sódio, fósforo e enxofre, no que se refere a macrominerais, e as de cobre, zinco, cobalto, selênio e iodo, entre os microminerais. Na Tabela 1 constam os principais indicadores do status nutricional em gado de corte com os valores limites considerados marginais de deficiência.

A deficiência nutricional de fósforo pode ser avaliada, de forma confiável, pela dosagem de fósforo sanguíneo, que pode atingir valores menores que 3 mg/dL (0,97 mmol/L) quando se apresentam sinais clínicos extremos, como a depravação do gosto (alotrofagia). Graus de hipofosfatemia menos acentuada são compatíveis com sinais menos específicos, como queda na condição corporal e no ganho de peso, baixa fertilidade, claudicações e depressão do apetite. O valor de referência da fosfatemia é de 4,3 a 7,7 mg/dL (1,4-2,5 mmol/l). Nas amostras de sangue para dosagem de fósforo é importante, principalmente em coleta com anticoagulante, evitar a hemólise e fazer uma rápida separação da fase líquida (plasma) da parte celular, uma vez que, com o tempo ocorre aumento da fosfatemia devido à saída de fósforo intracelular.

Tabela 1. Indicadores metabólicos do status nutricional em gado de corte

Status	Valores limite
<b>Energético</b>	
Glicose	< 40 mg/dL (2,2 mmol/L)
Beta-hidroxibutirato	> 10 mg/dL (0,96 mmol/L)
Ácidos graxos livres	> 100 mg/dL (800 µmol/L)
<b>Proteico</b>	
Albumina	< 30 g/L
Ureia	< 15 mg/dL (2,5 mmol/L)
<b>Mineral</b>	
Fósforo	< 3 mg/dL (0,97 mmol/L)
Magnésio	< 1,5 mg/dL (0,6 mmol/L)
Sódio	< 133 meq/L
Relação Na/K saliva	< 10
Cobre	< 50 µg/dL (7,8 µmol/L)
Glutation peroxidase (selênio)	< 60 U/g Hb
Tiroxina (iodo)	< 4,2 µg/dL (54 nmol/L)
Vitamina B <sub>12</sub> (cobalto)	< 96 µg/mL
Zinco	< 70 µg/dL (10,7 µmol/L)
Metilmalônico (cobalto)	Sem dados conhecidos
Metalotioneína (zinco)	Sem dados conhecidos

Problemas de deficiência de cálcio e magnésio têm maior importância em gado de leite que de corte. Hipomagnesemia em gado de corte só tem sido relatada em casos de fêmeas lactantes.

A deficiência de sódio (Na) é frequente, enquanto que a de potássio é rara, ao ponto de a dosagem de K poder ser excluída do perfil metabólico. O status do Na não é bem avaliado através dos seus valores sanguíneos devido aos mecanismos homeostáticos deste mineral. A hiponatremia só acontece em casos de deficiência contínua e acentuada. Um método para detectar a deficiência de Na é mediante a determinação da relação Na/K na saliva. Nesse caso, a excreção de Na via salivar diminui drasticamente e a de K aumenta, de forma que a relação Na/K na saliva diminui. Em animais sadios, a concentração de Na na saliva é de 145 meq/L e a de K de 7 meq/L. A relação Na/K é, portanto, de 20. Em estados de deficiência de Na, esta relação pode ficar em 10. A medição de Na na urina também fornece resultados práticos, sendo que um teor menor de 1 meq/L é indicador claro de deficiência.

A deficiência de cobre pode ser observada pela concentração do mineral no plasma. Valores menores de 50 µg/dL são considerados como ponto crítico para detectar uma

situação marginal (Payne & Payne, 1987), que pode transformar-se em deficiência quando aumentam os níveis de molibdênio, ferro ou enxofre (este último ligado a proteínas), minerais que interferem com a absorção intestinal de cobre. Indicadores menos específicos são o hematócrito e a hemoglobina, que diminuem devido à anemia decorrente da deficiência de cobre.

Para avaliar o balanço do selênio, pode ser medido diretamente este elemento no plasma mediante técnicas de ativação neutrônica ou de espectrometria de absorção atômica. Porém, as dificuldades e custos para esta dosagem, têm estimulado a utilização de um indicador indireto, qual seja, a atividade da enzima glutathione peroxidase (GPx) nos eritrócitos. Esta enzima, responsável por parte dos mecanismos antioxidantes das células, tem o selênio na sua estrutura e a sua atividade está altamente correlacionada com o teor de selênio no organismo. Valores de GPx menores de 60 U/g hemoglobina, são considerados deficientes quanto ao balanço do selênio. A deficiência de selênio pode causar, principalmente em bezerros de corte, a doença do músculo branco, uma distrofia muscular decorrente da oxidação dos lipídeos da membrana das células musculares. No Rio Grande do Sul já foram relatados casos desta doença (Barros et al., 1988).

A deficiência de iodo pode também ser monitorada mediante um indicador indireto, a tiroxina ( $T_4$ ), hormônio que contém este elemento em sua molécula. Uma deficiência de iodo vem sempre acompanhada de diminuição da secreção do hormônio tireoidiano. A tiroxina pode ser dosada pelo método de radioimunoanálise (RIA) ou por quimiluminescência. Valores de referência de  $T_4$  em bovinos de corte variam entre 4,2 a 8,6  $\mu\text{g/dL}$  (Kaneko et al., 1997). A deficiência de iodo é comum em rebanhos alimentados em pastagem, principalmente quando a suplementação com sal está limitada. Contudo, o melhor indicador de deficiência de iodo é a medição da iodúria. Considera-se que em ruminantes uma concentração de I urinário  $< 100 \mu\text{g/L}$  e no leite  $< 20 \mu\text{g/L}$  é sinal de insuficiente consumo de I (Herzig et al., 1999). Não existem dados sobre estas informações em bovinos no Brasil.

A deficiência de cobalto é mais difícil de avaliar devido a que não existe um indicador adequado e confiável e a falta de técnicas práticas para a sua dosagem. Em função dos efeitos da deficiência deste elemento, que comprometem a síntese de glicose a partir do propionato absorvido do rúmen e a hematopoiese, podem ser considerados como indicadores indiretos, porém inespecíficos, a medição de glicose e de hemoglobina. A hipoglicemia, observada nesses casos também pode levar a diversos graus de



cetonemia, sendo, portanto, a concentração de corpos cetônicos um indicador indireto da deficiência de cobalto. Alternativas menos práticas, porém, mais específicas, para avaliar a deficiência de cobalto são a dosagem de vitamina B<sub>12</sub> mediante RIA no plasma e a de ácido metilmalônico na urina. A vitamina B<sub>12</sub> contém cobalto na sua estrutura e faz parte da coenzima B<sub>12</sub>, que é necessária para a metabolização do ácido metilmalônico na gliconeogênese. Em animais com deficiência de cobalto, os níveis de vitamina B<sub>12</sub> estarão diminuídos (valores abaixo de 96 µg/mL) e os de ácido metilmalônico aumentados, tanto no sangue quanto na urina.

O balanço de zinco pode ser avaliado pela medição do mineral mediante espectrofotometria de absorção atômica ou então pela dosagem do metabólito metalotioneína, indicador confiável da quantidade das reservas de zinco no fígado. O nível marginal para detectar deficiência de zinco é de 70 µg/dL no plasma. Outro indicador indireto do balanço do zinco é a atividade da enzima fosfatase alcalina no plasma, a qual acompanha a depleção e repleção deste mineral no fígado.

## Referências

- Barros, C. S., Barros, S. S., Dos Santos, M. N. & Metzdorf, L. L. (1988). Miopatia nutricional em bovinos no Rio Grande do Sul. *Pesq. Vet. Bras.*, 8, 51-55.
- Bide, R. W. (1978). Metabolic profiles of beef cattle. *Canadian Vet. J.*, 19, 344-345.
- Bouchat, J. C., Doize, F. & Paquay, R. (1980). Effect of fasting on blood composition and nitrogen losses in the adult sheep depending on previous diet and body weight. *Reprod. Nutr. Dev.*, 20, 77-92.
- Campbell, A. G., Adams, F. W., Pendell, H. W. et al. (1974). Effects of elevated iron intake on the copper status of grazing cattle. *N.Z. J. Agric. Res.*, 17, 393-399.
- Downie, J. G. & Gelman, A. L. (1976). The relationship between changes in body weight, plasma glucose and fertility in beef cows. *Vet. Rec.*, 99, 210-212.
- Gregory, R. M. & Siqueira, A. J. S. (1983). Fertilidade em vacas de corte com diferentes níveis de albumina sérica e aleitamento permanente e interrompido. *Rev. Bras. Reprod. Anim.*, 71, 47-50.
- González, F. H. D., Conceição, T., Siqueira, A. J. S. & La Rosa, V. (2000). Variações sanguíneas de uréia, creatinina, albumina e fósforo em bovinos de corte no Rio Grande do Sul. *A Hora Veterinária*, 20, 59-62.
- Herzig, I., Pisarikova, B., Kursá, J. & Riha J. (1999). Defined iodine intake and changes of its concentration in urine and milk of dairy cows. *Veterinarni Medicina*, 44, 35-40.
- Kaneko, J.J., Harvey, J.W. & Bruss, M.L. (1997). *Clinical biochemistry of domestic animals*. San Diego, USA: Academic Press.

- Kirchgessner, M., Weigand, E. & Roth, H. P. (1980). Zinc deficiency in animals and possible diagnosis. In *Metabolic disorders in farm animals*. Proc. 4<sup>th</sup> Intl. Conf. on Production Diseases in Farm Animals. München.
- Murphy, G. M. & Gartner, R. J. W. (1974). Sodium levels in the saliva and faeces of cattle on normal and sodium deficient diets. *Aust. Vet. J.*, 50, 280-281.
- Murphy, G. M. & Plasto, A. W. (1972). Sodium deficiency in a beef cattle herd. *Aust. Vet. J.*, 48, 129.
- Payne, J. M. & Payne, S. (1987). *The metabolic profile test*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Rowlands, G. J. (1980). A review of variations in the concentrations of metabolites in the blood of beef and dairy cattle associated with pathology, nutrition and disease, with particular reference to the interpretation of metabolic profiles. *World Rev. Nutr. Diet*, 35, 172-235.
- Rowlands, G. J. & Manston, R. (1983). Decline of serum albumin concentration at calving in dairy cows: its relationships with age and association with subsequent fertility. *Res. Vet. Sci.*, 34, 90-96.
- Russel, A. J. F. (1983). The use of blood metabolites in the determination of energy status in beef cows. *Anim. Prod.*, 37, 335-343.
- Salih, Y., McDowell, L. R., Hentges, J. F. & Wilcox, C. J. (1986). Effects of mineral supplementation of Brahman cows on blood minerals and metabolic profiles in Brahman calves. *Nutr. Rep. Intl.*, 34, 357-364.
- Sauberlich, H. E. (1999). *Laboratory tests for the assessment of nutritional status*. Boca Raton, USA: CRC Press.
- Wittwer, F., Böhmwald, H., Contreras, P. A. & Filoza, J. (1987). Análisis de los resultados de perfiles metabólicos en rebaños lecheros en Chile. *Arch. Med. Vet.*, 19, 35-45.
- Wittwer, F., Reyes, J.M., Opitz, H. et al. (1993). Determinación de úrea en muestras de leche de rebaños bovinos para el diagnóstico de desbalance nutricional. *Arch. Med. Vet.*, 25, 165-172.